Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit

auf

die Lebensdauer des Blütenstaubes.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITAT LEIPZIG

VORGELEGT VON

MAX PFUNDT

AUS STAUCHITZ.

Mit 1 Textfigur.

Leipzig

Gebrüder Borntraeger

1909

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit

auf

die Lebensdauer des Blütenstaubes.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

ACAD.
LUGD BAT.
BIBL.

VORGELEGT VON

MAX PFUNDT

AUS STAUCHITZ.

Mit 1 Textfigur.

Leipzig

Gebrüder Borntraeger

1909

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Pfeffer und Chun.

Leipzig, den 29. April 1909.

Der Procancellar.
Köster.

Sonderabdruck aus den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, 1909, Bd. XLVII, Heft 1.

A. Einleitung.

Die Lebensdauer der Pflanzenarten, sowie der einzelnen Organe ist bekanntlich schon unter günstigen Verhältnissen spezifisch verschieden und zudem von den äußeren Bedingungen abhängig. Dasselbe gilt ebenso für den Blütenstaub, bei dem die Einwirkung der Außenverhältnisse noch nicht genügend untersucht wurde. Zwar machte Rittinghaus[1]) den Einfluß von Temperatur und Giften auf die Lebensdauer des Pollens zum Gegenstand ausführlicher Studien, schenkte aber, wie auch die übrigen Autoren, deren Untersuchungen späterhin besprochen werden sollen, dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit keine besondere Beachtung, obwohl gerade dieser von großer Bedeutung für den Blütenstaub sein muß. Denn der Pollen ist, sobald er die schützenden Antheren verlassen hat, dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt, die im Freien in weiten Grenzen schwankt.

Um diesen Einfluß kennen zu lernen, wurden auf Anregung des Herrn Geh.-Rates Prof. Dr. Pfeffer die hier mitzuteilenden Untersuchungen unternommen.

Wenn wir von einigen Stellen in den Schriften des klassischen Altertums absehen, so ist Kämpfer[2]) (1712) der erste, bei dem wir eine Angabe über die Lebensdauer des Blütenstaubes finden. Er berichtet, daß die Orientalen die noch von den Hüllblättern umschlossenen männlichen Blütenstände von *Phoenix dactylifera* kurz vor dem Aufspringen abschneiden, an einem trocknen und

---

1) Rittinghaus, Über die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äußere Einflüsse. Verh. d. nat. Ver. der Rheinl., 1886, Bd. 43, S. 123.

2) Kämpfer, Amoenitates exoticae etc. Lemgoviae 1712, S. 708.

dunklen Ort aufhängen, und so den Pollen bis ins nächste Jahr befruchtungsfähig erhalten. Eine weitere einschlägige Angabe macht Gleditsch[1]) (1749), der sich aus dem Garten von Bose in Leipzig Blütenstaub von *Chamaerops humilis* schicken ließ, um zu prüfen, ob die in seinem Besitz befindliche weibliche Pflanze nach der Bestäubung noch Früchte mit keimfähigen Samen bringe, was auch in der Tat eintrat. Der Pollen hatte demnach die damals neuntägige Reise nach Berlin ohne Schaden überstanden, mußte also mindestens ebensolange leben. In den folgenden Jahren (1750 bis 1751) wurde der Versuch mit dem gleichen Resultat wiederholt. In Nachahmung Gleditschs sandte später (1767) Kölreuter[2]) gleichfalls Pollen von *Chamaerops humilis* in Briefumschlägen von Karlsruhe nach Berlin und Petersburg mit der Absicht, die Dauer der Befruchtungsfähigkeit zu ermitteln. Obwohl die Reise mehrere Wochen in Anspruch nahm, trugen die mit dem Pollen bestäubten Exemplare reichlich Früchte. Übrigens versenden noch heutigen Tages Gärtner nicht selten Pollen von Cykadeen, Palmen und Orchideen, ohne daß dieser seine Befruchtungsfähigkeit einbüßt, obwohl er manchmal tagelang unterwegs bleibt.

Weiterhin findet sich in Kölreuters[3]) Werken (1766) eine Angabe über die Lebensdauer des lufttrockenen Blütenstaubes von *Hibiscus Trionum* und *Cheiranthus Cheiri*, den er 3 bzw. 14 Tage aufbewahrte, ohne daß die Befruchtungsfähigkeit verloren ging. Erst Gärtner[4]) stellte ausführlichere Versuche an und fand, daß die Lebensdauer bei verschiedenen Arten zwischen 1 und 9 Tagen schwankte, vermutete aber, daß sie für andere größer sein könnte. Auch die Frage nach den Ursachen der verschiedenen Dauer der Keimfähigkeit legte er sich schon vor. Einen Zusammenhang mit der Konzeptionsperiode der Narbe konnte er nicht finden, denn Arten mit langer Dauer der Einzelblüte (Caryophylleen) besäßen nur kurzlebige Pollen. Eine Angabe über besonders lange Lebensdauer macht H. Hoffmann[5]) (1871). Um den Einfluß des Alters

---

1) Gleditsch, Physikalische Belustigungen, Berlin 1751, 2. Stück, S. 81.

2) Kölreuter, Historie der Versuche, welche vom Jahre usw. Cameri Opuscula botanici argumenti, herausgegeben von Mikan 1797, S. 165.

3) Derselbe, Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen. Leipzig 1766, 1. Forts., S. 17.

4) Gärtner, Die Befruchtungsorgane der vollkommenen Gewächse. Stuttgart 1844, S. 144.

5) H. Hoffmann, Zur Geschlechtsbestimmung. Bot. Zeitg., 1871, S. 97.

des Pollens auf die Geschlechtsbestimmung zu prüfen, bestäubte er im Frühjahr einige weibliche Pflanzen von *Mercurialis annua* mit Blütenstaub vom September des Vorjahres und erzielte eine große Menge Samen. Hierbei ist zu beachten, daß für *Mercurialis annua* neuerdings wieder, wie schon früher, Samenbildung ohne Befruchtung angegeben wird. Etwas Ähnliches teilt Millardet[1]) mit. Ihm habe Herr P. Castel, Präsident der Akademie für Ackerbau von Aude, versichert, er führe seit einer Reihe von Jahren mit Erfolg Bestäubungen am Weinstock mit Pollen des vergangenen Sommers aus.

In allen den erwähnten Fällen wurde die Dauer der Keimfähigkeit durch die Bestäubung der Narbe und das Eintreten der Samenbildung ermittelt, ein unbequemes, nur für wenige Arten anwendbares Verfahren, da die Blütezeit meist beschränkt ist. Kein Wunder, daß nach Entdeckung der Schlauchbildung in verschiedenen Medien, unabhängig von der Narbe, man sich dieses bequemen Verfahrens zur Ermittlung der Lebensdauer bediente. Auf diesem Wege konnte Mangin[2]) (1886) feststellen, daß die Keimfähigkeitsdauer des lufttrockenen Pollens je nach der Art zwischen 1 und 80 Tagen schwankt. Die Länge der Blütezeit, d. h. der Zeit, in der die Pflanze Blüten hervorbringt, schien ihm keine Beziehung zur Lebensdauer des Blütenstaubes zu haben, fand er doch den von Arten wie *Cerastium vulgatum*, *Lamium album* und *Rumex acetosella*, die einen großen Teil des Sommers hindurch blühen, nur kurzlebig. Im gleichen Jahre (1886) erschienen die Untersuchungen von Rittinghaus[3]). Er, und später Molisch[4]), konnten auch nur feststellen, daß die Keimfähigkeitsdauer des im Zimmer aufbewahrten Pollens je nach der Spezies zwischen 1 und 72 Tagen variiert. Molisch hebt noch hervor, daß sie letzteren Wert wohl nur selten überschreitet. Zum Schluß möge noch Jost[5]) (1905, 1907) erwähnt werden, der zeigte, daß der Pollen der Gramineen nur sehr kurze Zeit, höchstens 1—2 Tage, keimfähig bleibt.

1) A. Millardet, Essai sur l'hybridation de la vigne, Paris 1891, S. 31.

2) Mangin, Recherches sur le pollen. Ann. sc. nat. Bot., 1886, Bd. 33, S. 337.

3) Rittinghaus, a. a. O., 1886, Bd. 43, S. 123.

4) Molisch, Zur Physiologie des Pollens. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wissensch., mathem.-nat. Kl., Bd. 102, Abt. I, 1893.

5) Jost, Zur Physiologie des Pollens. Ber. d. deutsch. Bot. Ges., 1905, Bd. 23, S. 504. — Über die Selbststerilität einiger Blüten. Bot. Zeitg. 1907, S. 77.

B. Methodisches.

I. Auswahl der Versuchsobjekte.

Um zu erfahren, ob die Widerstandsfähigkeit des Pollens zweckentsprechend geregelt ist, wurden Pflanzen von ökologisch verschiedener Anpassung zu den Versuchen gewählt, die sich nur auf eine beschränkte Anzahl von Arten erstrecken konnten. Es galt bei der Auswahl weiter darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Blütenstaub möglichst von Exemplaren stammte, die in ihrer natürlichen Umgebung wuchsen, weil die äußeren Bedingungen von merklichem Einfluß auf die Ausbildung des Pollens[1]) sind. Weiterhin kamen natürlich nur Arten zur Untersuchung, deren Pollen im allgemeinen in der später zu schildernden Nährlösung reichlich keimte.

II. Gewinnung des Blütenstaubes.

Da zur vollständigen Untersuchung einer Pollenart ziemlich viel Material nötig war, machte sich das Wegschleppen durch Insekten unangenehm bemerkbar. Es wurden daher, besonders bei sehr früh aufblühenden Arten, ganze Blütenstände in Tüllsäckchen eingebunden. Wo dies nicht möglich war, blieb freilich nichts anderes übrig, als Blütensprosse abzuschneiden, in Gefäße mit Wasser am Fenster innerhalb des Laboratoriums aufzustellen, und den Pollen der am nächsten Morgen geöffneten Blüten zu verwenden. Der Pollen wurde möglichst bald nach dem Aufspringen der Antheren auf ein Stück glattes Papier geschüttelt und das aus den verschiedenen Blüten erhaltene Material gemischt. Es machte sich dies nötig, da der Blütenstaub verschiedener Individuen, ja der verschiedener Blüten und selbst der verschiedener Antheren derselben Blüte nicht gleichwertig zu sein brauchte. Daß es merkliche Verschiedenheiten je nach der Herkunft der Körner hinsichtlich der Ansprüche an das Keimungssubstrat gibt, hatten alle Autoren zu beobachten Gelegenheit, die sich mit der Keimung des Pollens befaßten.

Der trockene, glatte Blütenstaub der Windblütler ließ sich bequem mischen. Es war nur nötig, ihn in einem Glasröhrchen eine Zeitlang zu schütteln. Leider war dieser Weg bei dem vielfach visziden, oft mit Stacheln und Leisten versehenen Pollen der

1) Näheres bei Lidfors, Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens I. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXIII, S. 232, 1899.

Tierblütler nicht gangbar. Ich mußte versuchen, ihn mit einem kleinen Skalpell so gut als möglich durcheinander zu rühren.

So vorbereitet wurde der Blütenstaub in Kapseln aus Schreibpapier aufbewahrt, also nicht wie bei den älteren Autoren auf Uhrschälchen. Es wurde auf diese Weise vermieden, daß die in der Luft vorhandenen Pilzsporen und Bakterien den Pollen während der Aufbewahrungszeit infizierten.

III. Herstellung verschiedener Dampfspannungen.

Unter dem relativen Feuchtigkeitsgehalt verstehen wir das in Prozenten ausgedrückte Verhältnis der Spannung des vorhandenen Wasserdampfes zu der bei der gegebenen Temperatur überhaupt möglichen Wasserdampfspannung. Dieser relative Feuchtigkeitsgehalt ist für die Vegetation in erster Linie von Bedeutung. Deshalb sind im folgenden alle Angaben über Luftfeuchtigkeit nur relativ.

Um den Einfluß einer möglichst niedrigen Dampfspannung auf die Lebensdauer des Pollens kennen zu lernen, kamen Proben von Blütenstaub über reiner konzentrierter Schwefelsäure (98 %) zur Aufbewahrung. Es hätte sich ebenso gut Chlorcalcium verwenden lassen, das, wie ich mich durch Versuche mit verschiedenen Pollenarten überzeugte, die gleiche Wirkung hat wie die Schwefelsäure. Von der Bestimmung der Lebensdauer in dampfgesättigter Luft wurde abgesehen, da die hierbei nötige Herstellung einer absolut konstanten Temperatur mit allzu großen Schwierigkeiten verknüpft war. Die übrigen konstanten Dampfspannungen ließen sich leicht in Exsikkatoren über Schwefelsäuregemischen erhalten. Es kamen Dampfspannungen von 30, 60 und 90 % zur Anwendung. Für die Dampfspannung von 60 % erfuhr ich den Gehalt des Gemisches an H_2SO_4 aus den Landoltschen[1]) Tabellen, mußte jedoch die Dampfspannungen von 30 und 90 % empirisch ermitteln. Der Gehalt der entsprechenden Säuregemische an H_2SO_4 findet sich in der untenstehenden Tabelle.

Tabelle 1.

Gehalt an H_2SO_4	15,14 %	37,69 %	54 %
Dampfspannung	90 %	60 %	30 %

1) Landolt-Bernstein, Phys.-chem. Tabellen, Berlin 1905.

Als Exsikkatoren benutzte ich Glaszylinder mit eingeschliffenen Stopfen, bei denen Einfetten mit Vaseline genügte, um einen völlig luftdichten Verschluß zu erzielen. Über einer auf dem Boden stehenden Schale trugen gläserne Dreifüße auf Drahtnetzen die Kapseln mit Pollen.

Natürlich waren die Zylinder bei annähernd konstanter Temperatur und vor Licht geschützt aufzustellen, weil die mit den Lichtstrahlen verbundenen Wärmestrahlen eine einseitige Erwärmung und so eine lebhafte Destillation veranlassen. Sie kamen daher in einen Dunkelschrank, in dessen Innern im Sommer im Mittel 21, im Winter dagegen etwa 17,5 ° herrschten.

IV. Kulturmethoden.

Zur Bestimmung der Lebensdauer wurde der Pollen auf künstlichem Nährsubstrat ausgesät, das der Narbe gegenüber den Vorzug hat, dauernd und bequem zur Hand zu sein. Es kamen Lösungen von Rohrzucker in destilliertem Wasser mit 1 % ausgelaugtem Agar zur Verwendung. Hinsichtlich der Gründe, die zur Wahl dieser Nährlösung führten, verweise ich auf Jost[1]). Die Lösungen wurden sterilisiert und in Mengen von 30 ccm in den Konzentrationen 0, 5, 10, 15, 20, 30 und 40 % [2]) Zucker vorrätig gehalten, von Zeit zu Zeit wieder sterilisiert und nach 6—7 Tagen erneuert. Innerhalb dieser Zeit trat keine nennenswerte Konzentrationsänderung ein.

Der Pollen wurde auf Deckgläsern in hängende Tropfen ausgesät, die steril hergestellt waren. Infektion durch Keime, die an den Pollenkörnern hafteten, ließ sich nicht vermeiden, doch hatte ich im allgemeinen wenig darunter zu leiden. Die Deckgläschen wurden auf die bekannten Glasringkammern gelegt. Der Boden dieser Kammern war mit Zuckerlösung von der Konzentration des Tropfens bedeckt, der obere Rand mit Vaseline eingefettet, so daß nach dem Auflegen des Deckglases ein luftdichter Verschluß entstand. Die Kulturen kamen bei konstanter Temperatur im Dunkelschrank zur Aufstellung, wodurch, wie schon erwähnt, Änderung der Dampfspannung innerhalb der Kammern, also auch der Konzentration der Tropfen vermieden wurde.

Durch Aussaat des eben geernteten Pollens in den erwähnten Konzentrationen orientierte ich mich zunächst über die Ansprüche,

1) Jost, a. a. O., 1907, S. 77.

2) Der Gehalt der Lösungen an Zucker in Prozenten ist so zu verstehen, daß 0, 5, 10 usw. Gramm Zucker in 100 ccm Wasser gelöst wurden.

die dieser überhaupt stellte. Nähere Angaben darüber habe ich in der im Anhang befindlichen Tabelle zusammengestellt. Es sei hier beiläufig bemerkt, daß ich Keimung des nicht in Flüssigkeit befindlichen Pollens, also in feuchter Luft (90 %) niemals zu beobachten Gelegenheit hatte[1]). In einigen Fällen, so bei den Umbelliferen, gelang es aber nicht, den in Zuckerlösung gebrachten Pollen zur Keimung zu bringen. Nach den Angaben in der Literatur keimt der Blütenstaub der Gramineen und Kompositen in Zuckerlösung nicht. Hansgirg[2]) konnte den Pollen verschiedener Gräser nur in reinem Wasser, Jost[3]) auf der Unterseite der Schwimmblätter verschiedener Wasserpflanzen, so von *Limnanthemum nymphaeoides*, *Hydrocharis nymphaeoides* usw. zur Keimung bringen, überhaupt auf Objekten, bei denen eine gut, aber nicht zu stark ausgebildete Kutikula eine langsame Wasseraufnahme durch die Pollenkörner ermöglicht. Völlig negative Versuche verzeichnet Lidfors[4]).

Es gelang mir nun auffälligerweise leicht, den Pollen verschiedener Gramineen in den erwähnten Zuckerkonzentrationen zur Keimung zu bringen Es kamen Pollen von *Alopecurus pratensis*, *Poa Chaixii*, *Lolium perenne*, *Secale cereale* und *Zea mays* zur Untersuchung. Wie die am Schluß befindliche Tabelle lehrt, lag das Optimum, d. h. die Konzentration, bei der die meisten Körner Keimschläuche bildeten, im allgemeinen hoch, bei 30—40 % Zucker. Als Ausnahme wäre *Zea mays* anzuführen, dessen Pollen am besten in 15—20 proz. Zuckerlösung keimte. Die Keimungsweite, d. h. die Konzentrationsgrade, in denen überhaupt noch Keimung erfolgte, war bei den verschiedenen Arten im allgemeinen nicht sehr groß (*Alopecurus pratensis* 15—40, *Lolium perenne* 20—40, *Poa Chaixii* 30—50, *Secale cereale* 30—50, *Zea mays* 0—30 % usw.). Es keimten nun unter optimalen Bedingungen etwa 20—30 % der Körner aus, während ich auf den Schwimmblättern einen geringeren Prozentsatz beobachtete. Besonders leicht keimte *Dactylis glomerata* und *Alopecurus pratensis*. Die Keimschläuche waren in den

1) Eine diesbezügliche Angabe findet sich bei Longo, der Cucurbitaceen untersuchte. Ricerche sulle Cucurbitacee, Reale Accad. dei Lincei, Anno 300, zit. nach Jost, a. a. O., 1905.

2) Hansgirg, Beiträge zur Biol. und Morph. des Pollens. Sitzungsber. d. königl. Ges. d. Wissensch. zu Prag, math.-nat. Kl., 1897.

3) Jost, a. a. O., 1905.

4) Lidfors, a. a. O., 1899, S. 271.

Zuckerlösungen länger als auf den Schwimmblättern. Sie erreichten etwa die 10—15-fache Länge des Korndurchmessers.

Schließlich konnte ich auch den Pollen der Komposite *Onopordon Illyricum* in 30—40proz. Zuckerlösung deutliche, wenn auch nur kurze Schläuche bilden sehen. Leider fehlte es mir an Zeit, um noch weitere Arten dieser Familie zu untersuchen. Bekanntlich brachte Jost[1]) den Blütenstaub sämtlicher Kompositen, mit Ausnahme dessen der Cichoriaceen auf Pergamentpapier, das mit Rohrzuckerlösung durchtränkt war, zur Keimung. Natürlich galt es nun bei all den Keimungsversuchen, die ich zur Ermittlung der Lebensdauer anstellte, möglichst günstige Keimungsbedingungen zu bieten. Besonders war dies bei länger aufbewahrtem Pollen nötig, wie wir noch später näher sehen werden.

So kam denn der in Beobachtung befindliche Pollen in der für ihn optimalen Zuckerlösung zur Aussaat und, zur Kontrolle, noch in zwei dieser benachbarten Konzentrationen. Auch stellte ich die Kulturen bei einer Temperatur von 15—25° auf, die, wie schon erwähnt, nach Van Tieghem[2]) als günstig anzusehen ist. Es sei nun beiläufig bemerkt, daß Keimung auch bei relativ niedriger Temperatur eintreten konnte. So erzielte ich sie noch stets in Kulturen mit Pollen von *Corylus avellana*, *Crocus luteus*, *Galanthus nivalis* und *Helleborus niger*, die ich im Eisschrank aufstellte, wo während der Versuchszeit eine Temperatur von 4—5° herrschte. Allerdings trieb nur ein geringer Prozentsatz der Körner Schläuche. Das Temperaturminimum liegt also für manche Pollenarten noch unter dem von Rittinghaus[3]) angegebenen, also unter 9°.

Weiter war noch zu berücksichtigen, daß, wie später noch ausführlich dargetan werden soll, die Keimung sich mit dem Alter des Pollens verzögerte. Die Kulturen, die mit eben geerntetem Pollen beschickt, bereits nach 24 Stunden kontrolliert wurden, mußten schließlich, wenn der Pollen älter war, sehr viel länger (3—4 Tage) in Beobachtung bleiben. Sie noch länger steril zu halten, war nicht möglich, so daß vielleicht hier und da der Pollen (*Pinus silvestris*, *P. pinaster*, *P. montana*) noch am Leben, aber seine Keim-

1) Jost, a. a. O., 1905, S. 512.

2) Van Tieghem, Recherches Phys. sur la veg. libre du pol. et de l'ov. Ann. sc. Bot., ser. 5, Bd. 12, 1869, S. 318.

3) Rittinghaus, a. a. O., S. 141.

fähigkeit so verzögert war, daß ich sie nicht mehr nachweisen konnte.

Es wäre nun noch anzuführen, daß ich den Pollen zunächst Tag für Tag auf Keimfähigkeit prüfte, dagegen solchen, der sich als langlebig herausgestellt hatte, nur nach je 3—7 Tagen.

C. Spezieller Teil.

I. Welchen Einfluß übt die Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Pollens aus?

Wir untersuchen nun zuerst, von den konstanten Dampfspannungen ausgehend, den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Pollens und können dann den Einfluß der Schwankungen des Feuchtigkeitsgehaltes besprechen, denen der Blütenstaub bei lufttrockner Aufbewahrung im Zimmer oder im Freien ausgesetzt ist. Ich stelle zunächst die Versuchsergebnisse für die verschiedenen Dampfspannungen in einer Tabelle zusammen, in der die Pflanzen nach dem System von Engler [1]) angeordnet sind. Einen Teil der Werte ermittelte ich bereits im Sommer 1907 und prüfte sie im folgenden Jahre nach. Bei den Versuchen kam stets eine große Menge Pollen zur Verwendung, so daß ich individuelle Schwankungen möglichst ausgeschaltet habe.

Tabelle 2.

Verwandtschaftskreis	Name der Art	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
		im lufttrocknen Zustande	bei einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
			90 %	60 %	30 %	
Coniferae	*Pinus montana*	65				272
	„ *pinaster*	68				275
	„ *silvestris*	74				279
Pandanales	*Typha latifolia*	39	15	24	144	144
	Pandanus furcatus . . .	40	11	30	92	92
	Sparganium erectum . .	21	4	13	48	63
Helobiae	*Alisma plantago*	1	1	1	1	1
	Hydrocharis nymphaeoides	13	3	8	10	7
	Triglochin maritima . .	3	2	3	21	16

1) Engler, System der Pflanzenfamilien, Berlin 1903.

Verwandtschaftskreis	Name der Art	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
		im lufttrocknen Zustande	bei einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
			90 %	60 %	30 %	
Glumiflorae	*Zea mays*	1	1	1	1	1
	Alopecurus pratensis	2	2	2	2	2
	Dactylis glomerata	2	1	2	3	2
	Poa Chaixii	1	1	1	1	1
	„ *compressa*	1	1	1	1	1
	Lolium perenne	1	1	1	1	1
	Secale cereale	12 St.	12 St.	12 St.	12 St.	12 St.
	Carex paludosa	4	4	7	13	9
	„ *vulpina*	3	3	4	11	9
Synanthae	*Carludovica*	7	4	7	38	38
Spathiflorae	*Arum maculatum*	17	5	16	39	46
Farinosae	*Cyanotis*	5	1	3	9	6
	Tradescantia Virginica	4	2	3	31	40
Liliiflorae	*Juncus effusus*	3				8
	Luzula angustifolia	5	3	5	16	12
	Tofieldia caliculata	6				30
	Colchicum autumnale	92	16	32	229	121
	Hemerocallis flava	11				29
	„ *fulva*	11	2	6	20	26
	Aloe longearistata	29	3	11	69	78
	Lilium bulbiferum	41	8	31	142	142
	Tulipa Gesneriana	37	23	43	108	92
	Galanthus nivalis	42	27	42	76	56
	Leucoium vernum	48	22	46	82	62
	Agave densiflora	32	4	11	133	133
	Iris graminea	20	3	16	48	57
	„ *pseud-acorus*	12	5	12	29	29
Mikrospermae	*Listera ovata*	40				164
Salicales	*Salix alba*	28				57
	„ *caprea*	35	11	31	53	70
	„ *fragilis*	18	12	18	38	52
Fagales	*Corylus avellana*	40				65
	Alnus glutinosa	48	32	46	49	53
Urticales	*Ulmus campestris*	9	6	9	22	17
	Cannabis sativa	2				8
	Urtica dioica	3	1—2	3	4	4
Santalales	*Viscum album*	56	28	44	89	82
Aristolochiales	*Aristolochia clematitis*	8				10
Polygonales	*Rumex acetosella*	4	1—2	4	11	14
	„ *arifolius*	8	3	5	21	21
	Polygonum bistorta	8	2	8	8	8

Verwandtschaftskreis	Name der Art	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
		im lufttrocknen Zustande	bei einer Dampfspannung von 90 %	60 %	30 %	über H_2SO_4
Centrospermae	*Chenopodium bonus Henricus*	5	3	5	8	8
Ranales	*Nymphaea alba*	6	6	6	30	35
	Nuphar advena	6	4	6	28	32
	Paeonia albiflora	56	14	39	157	157
	Caltha palustris	31	19	26	64	49
	Trollius Europaeus	29	9	29	102	124
	Nigella sativa	3—4	2	4	14	19—21
	Aquilegia vulgaris	14	5	14	84	92
	Clematis integrifolia	38	6	24	89	103
	Ranunculus acer	7	3	7	32	49
	„ *aquatilis*	11	3	6	35	51
	Thalictrum flavum	15	6	12	73	98
Rhoeadales	*Papaver rhoeas*	14	3	14	86	97
	„ *hybridum*	10	3	7	49	49
	Alliaria officinalis	10	6	10	27	32
	Arabis albida	22	4	9	24	36
Rosales	*Sedum acre*	29	5	14	143	143
	„ *boloniense*	31	5	14	140	131
	Sempervivum tectorum	26	6	16	194	127
	Spiraea filipendula	24				71
	Pirus malus	38				70
	Potentilla argentea	10	2	5	21	44
	Prunus avium	28	12	25	102	126
	„ *padus*	15	14	22	181	181
	„ *spinosa*	45				154
	„ *cerasus acida*	40				81
	Mimosa Spegazzini	7	3—4	4	34	42
	Lupinus perennis	129	12	43	260	164
	Cytisus laburnum	40	15	25	261	173
	Melilotus albus	18	6	14	96	73
	Vicia faba	12				21
Geraniales	*Tropaeolum maius*	29	13	22	56	88
	Mercurialis perennis	29	8—10	29	58	72
Sapindales	*Aesculus hippocastanum*	17	6	17	72	72
	Impatiens Sultani	12	3	3	29	23
Rhamnales	*Ampelopsis quinquefolia*	13	6	11	23	19
Malvales	*Tilia platyphyllos*	8				16
	Abutilon Darwinii	14	10	12	7	5
Parietales	*Hypericum perforatum*	18	6	6	69	81
	Viola odorata	35	19	28	217	235

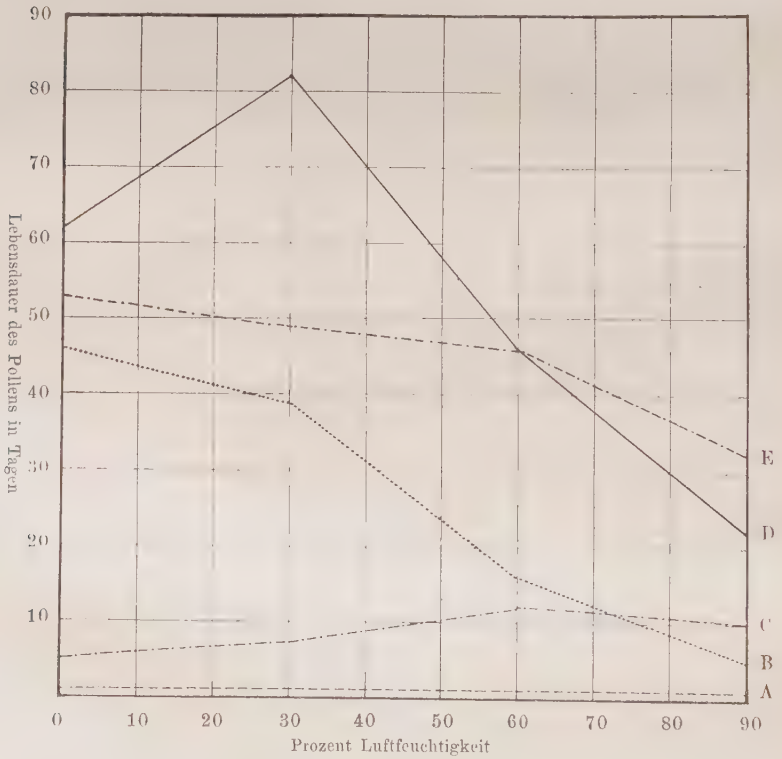
Verwandtschaftskreis	Name der Art	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
		im lufttrocknen Zustande	bei einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
			90 %	60 %	30 %	
Opuntiales	*Cereus flagelliformis* . .	7	3	8	13	9
	„ *grandiflorus* . . .	8	6	6	17	17
	Echinopsis Eyriesii . . .	8	4	6	8	6
	„ *Zuccariniana* .	6	2	6	6	4
Myrtiflorae	*Daphne mezereum* . . .	45	28	43	76	76
	Lythrum salicaria					
	Pollen der langen Antheren	13	5	13	43	38
	„ „ mittleren „	13	5	13	38	36
	„ „ kurzen „	7	4—5	13	43	37
	Oenothera biennis . . .	8	2	6	8	6
	Hippuris vulgaris . . .	5	5	5	3—5	2
Umbelliflorae	*Cornus mas*	59	31	59	74	59
Ericales	*Azalea mollis*	38	16	30	178	178
Primulales	*Primula elatior*					
	Pollen der kurzgriffligen	56	18	56	155	179
	„ „ langgriffligen Blüten	56	16	56	148	172
	Primula officinalis					
	Pollen der kurzgriffligen	31	16	34	138	158
	„ „ langgriffligen Blüten	31	16	34	138	158
	Hottonia palustris					
	Pollen der kurzgriffligen	13				38
	„ „ langgriffligen Blüten	10				41
Tubiflorae	*Pulmonaria obscura*					
	Pollen der kurzgriffligen	25	11	25	73	71
	„ „ langgriffligen Blüten	25	11	25	73	71
	Solanum dulcamara . .	9	7	9	41	41
	Verbascum phlomoides . .	14	3	7	55	80
	Mimulus luteus	10	3	10	44	65
	Veronica Buxbaumii . .	2	1	2	5—6	4
	„ *chamaedrys* . .	11	3	9	21	15
	„ *speciosa* . . .	22	5	15	47	29
	Digitalis purpurea . . .	32	9	13	143	172
Plantaginales	*Plantago lanceolata* . . .	10	4—5	7	35	32
	„ *media*	14	3	12	50	68
Rubiales	*Viburnum opulus* . . .	37				164
	Valeriana dioica . . .	8—10	5—6	8—10	17	14
Campanulatae	*Campanula medium* . .	40	8	19	69	74
	Onopordon Illyricum . .	6	2	6	8	3

Wie die Tabelle zeigt, ist die Lebensdauer des Pollens deutlich vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft, in der er aufbewahrt wurde, abhängig. Es wirkt im allgemeinen feuchte Luft schädlich, trockne günstig ein. Genauer läßt sich das Abhängigkeitsverhältnis dahin präzisieren, daß sich die Keimfähigkeitsdauer durch eine Kurve darstellen läßt, die bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad das Minimum, bei einem anderen das Maximum besitzt. Es ist hierbei hervorzuheben, daß das Minimum niemals Null wird, indem weder extrem trockne noch extrem feuchte Luft sofortiges Absterben des Pollens veranlassen, und daß es ferner je nach der Art bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt liegt. Dies letztere ist auch in bezug auf das Maximum zu sagen. So leben einige Pollenarten bei relativ hoher Luftfeuchtigkeit (60—90%) am längsten, viele andere in der Dampfspannung von 30% und wieder zahlreiche über Schwefelsäure. Als Beispiele lassen sich für den ersten Fall *Abutilon Darwinii* und *Hippuris vulgaris*, für den zweiten *Colchicum autumnale*, *Sempervivum tectorum* und *Cytisus Laburnum* und für den dritten schließlich *Aloe longearistata*, *Hypericum perforatum* und *Ranunculus acer* anführen. Freilich bleibt nun dadurch, daß ich mich auf wenige bestimmte Abstufungen in der Luftfeuchtigkeit (0, 30, 60 und 90%) beschränkte, die Frage offen, ob es nicht Feuchtigkeitsgrade gibt, bei denen bestimmte Pollenarten noch länger leben, als ich es gefunden habe, indem für sie das Optimum zwischen die von mir gewählten Feuchtigkeitsgrade fällt, also etwa auf 10, 20, 30, 40% usw. Es wäre aber das Arbeiten mit noch mehr Abstufungen zu umständlich gewesen im Verhältnis zu dem Wert, den noch genauere Angaben der Lebensdauer des Pollens haben würden.

Tabelle 2 zeigt ferner, daß der Unterschied zwischen Maximum und Minimum der Lebensdauer des Pollens recht verschieden ausfallen kann, daß also die Kurve, die die Abhängigkeit der Lebensdauer vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft ausdrückt, bald flacher, bald steiler verläuft. Es hat eben die Luftfeuchtigkeit einen verschieden großen Einfluß auf die Lebensdauer je nach der Pollenart. Gering ist er z. B. bei *Alnus glutinosa*, *Hippuris vulgaris* und *Hydrocharis nymphaeoides*, bei denen die Lebensdauer unter den günstigsten Aufbewahrungsbedingungen noch nicht dreifach so groß ist als die unter ungünstigen, auffallend groß dagegen bei *Potentilla argentea*, *Verbascum phlomoides* und *Agave densiflora*, deren Pollen unter optimalen Verhältnissen 20—30 mal so lange lebt als

unter ungünstigen. Manchmal scheint der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ohne Bedeutung für die Lebensdauer des Pollens zu sein, so bei den Gramineen, *Alisma plantago* usw. Da bei den Versuchen, die der Feststellung der Lebensdauer galten, der Pollen im allgemeinen erst frühestens 24 Stunden nach dem Sammeln ausgesät wurde, ist es freilich nicht ausgeschlossen, daß etwa vorhandene Unterschiede in der Lebensdauer infolge des späten Kontrolltermins nicht hervorgetreten sind.

Weiter sei darauf hingewiesen, daß in Fällen, wo das Optimum bei 30 oder 0% Luftfeuchtigkeit liegt, die Lebensdauer zwar mit der Abnahme der Luftfeuchtigkeit steigt, daß aber zu Anfang (90—60%) der Einfluß der Feuchtigkeitsabnahme geringer ist, als weiterhin (60—30% oder 60—0%).



Graphische Darstellung der Beziehungen zwischen der Luftfeuchtigkeit und der Lebensdauer des Pollens.

A = *Secale cereale*, B = *Arum maculatum*, C = *Abutilon Darwinii*, D = *Leucoium vernum*, E = *Alnus glutinosa*

Ich habe vorstehend versucht, die besprochenen Beziehungen zwischen der Lebensdauer und der Luftfeuchtigkeit für einige Pollenarten graphisch vor Augen zu führen. Auf der Abszissenachse wurde der relative Feuchtigkeitsgehalt der Aufbewahrungsräume aufgetragen und als Ordinaten die entsprechende Lebensdauer in Tagen. Diese ist aber, wie schon hervorgehoben wurde, faktisch nur in 90, 60, 30 und 0% Feuchtigkeit bestimmt.

Unsere Ergebnisse lassen es verständlich erscheinen, warum man im Orient den Pollen der Dattelpalme, den man längere Zeit befruchtungsfähig aufheben will, an einen trockenen und luftigen Ort bringt[1]). In der Praxis ließe sich gewiß in solchen Fällen durch Anwendung eines hygroskopischen Mittels (H_2SO_4 oder $CaCl_2$) die Lebensdauer sehr gut konservieren.

II. Wie liegen die Verhältnisse für die Erhaltung der Lebensdauer des Pollens in der Natur?

Im Vorhergehenden hatten wir es mit zwar verschiedenen, aber stets konstanten Dampfspannungen zu tun. Anders liegen die Verhältnisse, sobald der Pollen sich im Freien oder im Zimmer befindet. Hier haben wir mit den Schwankungen der Luftfeuchtigkeit zu rechnen.

Bekanntlich enthält bei schönem Wetter die Luft im Sommer etwa 40% Wasserdampf gegen Mittag. Die trocknende Wirkung dieses geringen Dampfgehaltes erfährt durch die Insolation von seiten der Sonne eine Steigerung. So zeigt ein Hygrometer in der Sonne, selbst wenn die Sonnenstrahlen das Haar nicht direkt treffen, schon nach kurzer Zeit nur noch 15—25% an. Nicht selten steigt dann nachts der Feuchtigkeitsgehalt bis zum Sättigungswert. Ebenso ist die Luft bei Regenwetter sehr feucht (90—100%).

Wie lange nun ein Pollenkorn unter dem Einfluß der Schwankungen der Luftfeuchtigkeit leben wird, hängt in erster Linie von der Wirkung der Extreme als solcher ab, ferner von der Dauer ihrer Einwirkung und vielleicht auch von der Wirkung des Wechsels.

Es mögen diese Verhältnisse an einem konkreten Beispiel erörtert werden. Der Pollen von *Plantago lanceolata* lebt 4 Tage in 90% und 35 Tage in 30% Dampfgehalt. Bei schlechtem Wetter und zwar bei andauerndem Regen (90—100% Luftfeuchtigkeit) wird er also im Freien höchstens 4 Tage befruchtungsfähig bleiben,

1) Kämpher, a. a. O., 1712, S. 708.

vorausgesetzt, daß er nicht benetzt wird. Wird er jedoch benetzt, so kommt natürlich der Einfluß des Benetzens an und für sich in Frage, ferner die Möglichkeit eines äußerst schroffen Wechsels nach dem Aufhören des Regens. Wie lange er schließlich bei günstigem Wetter leben wird, ließe sich nur angeben, wenn wir die Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit genau nach Intensität und Dauer kennen würden und wüßten, wie empfindlich er gegen den Wechsel ist. Es soll nun zunächst das Verhalten des Pollens unter dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit im Zimmer, dann im Freien untersucht werden.

1. Lebensdauer des lufttrockenen, im Zimmer aufbewahrten Pollens.

Im Zimmer bewegt sich die Luftfeuchtigkeit in engeren Grenzen als im Freien. Sie schwankte am Aufbewahrungsort des (lufttrockenen) Pollens gegen 12 Uhr mittags im Winter 1907/08 zwischen 32—54%, im Sommer 1908 zwischen 43 und 77%. Leider wissen wir damit nicht, wie sich die Feuchtigkeitsverhältnisse über Nacht gestalten.

Aus den relativ geringen Schwankungen und der durchschnittlich geringeren Dampfspannung läßt sich nun folgern, daß der Pollen bei lufttrockener Aufbewahrung im Zimmer im allgemeinen länger leben wird als im Freien (Tabelle 3), natürlich nur, wenn ihm das Austrocknen, was ja im allgemeinen der Fall ist, nichts schadet. Weiter lassen die Schwankungen trotz ihrer geringen Größe den Schluß zu, daß die Lebensdauer der gleichen Pollenart im Zimmer keine konstante, sondern eine variable Größe sein muß. Wären die Schwankungen ohne Einfluß, so müßte die Lebensdauer des lufttrockenen Pollens im Zimmer gleich der in feuchter Luft von 60% sein, da ja im Sommer die mittlere Feuchtigkeit am Aufbewahrungsort der Pollenpakete ca. 60% betrug. In der Tat sind, wie Tabelle 2 lehrt, deutliche Differenzen zwischen diesen beiden Werten vorhanden.

2. Die Lebensdauer des Pollens im Freien.

Im Freien sind, wie schon oben betont, die Schwankungen größer als im Zimmer. Es hat dies seinen Grund in erster Linie in der hier weniger konstanten Temperatur, doch auch im Einfluß von Sonne und Wind, die die Austrocknung steigern, von Regen, Tau und Nebel, die gegebenenfalls eine intensive Durchfeuchtung des Pollens vermitteln.

Um eine Vorstellung davon zu gewinnen, wie lange wohl ein Pollenkorn diesen ungünstigen Bedingungen mit Ausschluß des direkten Benetzens widersteht, kamen Proben von Pollen in Kapseln aus Schreibpapier ins Innere eines Erlenmayers, der auf einen Pfahl im Garten gestürzt wurde. War damit genügend Schutz gegen Regen vorhanden, so ließ sich doch das Eindringen des Nebels und die Taubildung — die Versuche kamen im Frühjahr 1908 zur Ausführung — nicht völlig verhindern, so daß die Resultate nicht eindeutig sind. Ich verweise nun auf Tabelle 3, wo ich die Resultate zusammengestellt und zum Vergleich die Lebensdauer der betreffenden Pollenart in den konstanten Dampfspannungen von 90 und 60% und im lufttrockenen Zustande hinzugefügt habe.

Tabelle 3.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen unter dem Einfluß			
	einer Dampfspannung von 90%	der Luftfeuchtigkeit		einer Dampfspannung von 60%
		im Freien	im Zimmer	
Galanthus nivalis	27	**25**	42	42
Leucoium vernum	22	**26**	48	46
Salix caprea	11	**19**	35	31
Corylus avellana		**30**	40	
Alnus glutinosa	32	**28**	48	46

In obigen Versuchen gingen also die Pollenkörner im Freien rasch zugrunde, etwa ebenso schnell oder noch rascher wie in feuchter Luft von 90%. Dies Resultat läßt sich aus der regnerischen Witterung zur Versuchszeit erklären. Im Sommer, der ja im allgemeinen trockener ist als das Frühjahr, wird gewiß ein Pollenkorn von der gleichen Lebensdauer und Resistenz bei der gleichen Versuchsanstellung länger leben.

3. Einfluß des plötzlichen Wechsels der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Pollens.

Bei Beurteilung des Einflusses der Schwankungen der Luftfeuchtigkeit im Freien auf die Lebensdauer des Pollens haben wir, wie schon erwähnt, dreierlei in Betracht zu ziehen, die Wirkung des Extremes an und für sich, dessen Dauer und den Wechsel.

Um nun etwas über den Einfluß des plötzlichen Wechsels der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer zu erfahren, brachte ich frisch geernteten Pollen kurze Zeit in sehr trockene oder sehr feuchte

Luft und dann in das entgegengesetzte Extrem. Da wir annehmen können, daß bei kurzer Einwirkung eines bestimmten Feuchtigkeitsgrades die für diese Dampfspannung charakteristische Abnahme der Lebensdauer so gering ist, daß sie innerhalb der Fehlergrenzen liegen wird, so muß die Wirkung des Wechsels an der Differenz zwischen der Lebensdauer des vorbehandelten und des von Anfang an unter den endgültigen Bedingungen aufbewahrten Pollens hervortreten.

Tabelle 4.

Name	Dauer der Vorbehandlung des Pollens in Tagen in der Dampfspannung von 90 %	Lebensdauer des Pollens in Tagen bei nachfolgender Aufbewahrung			
		in der Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Galanthus nivalis . . .	2				54
	0	27	42	76	56
Typha latifolia . . .	2				142
	0	15	24	144	144

Tabelle 5.

Name	Dauer der Vorbehandlung des Pollens in Tagen über H_2SO_4	Lebensdauer des Pollens in Tagen bei nachfolgender Aufbewahrung			
		in der Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Galanthus nivalis . . .	1		44		
	0	27	42	76	56
Typha latifolia . . .	1		22		
	0	15	24	144	144

Nach Versuchen, bei denen der Pollen von *Galanthus nivalis* und *Typha latifolia* zwei Tage in 90 % bezw. einen Tag über Schwefelsäure aufbewahrt wurde, und die ich in den obenstehenden Tabellen 4 und 5 beifüge, ließ sich der Einfluß des Sprunges nicht mit Sicherheit feststellen. Die vorhandenen Unterschiede können ebenso gut innerhalb der Fehlergrenze liegen.

In der Tat hätte man, um eine eventuell vorhandene Wirkung des plötzlichen Wechsels sicher erkennen zu können, den Wechsel

öfters wiederholen müssen, natürlich mit dem gleichen Objekt, vielleicht mehrmals innerhalb 24 Stunden, um so die Einzelwirkungen zu summieren.

4. Verhalten des benetzten Pollens beim Austrocknen.

In enger Beziehung zu der Luftfeuchtigkeit stehen Regen, Tau und Nebel. Namentlich ist der Pollen bei Pflanzen, deren Antheren ungeschützt sind, jederzeit dem Benetzen preisgegeben. Man kann sich leicht vorstellen, daß dies sogar wiederholt im Laufe eines Tages geschieht. Nun ist der Einfluß des Wechsels, dem der durchnäßte Pollen bei der nachfolgenden Austrocknung unterliegt, noch nicht näher untersucht.

So stellte Rittinghaus[1]) für einige Arten nur fest, daß ihr Pollen gegen Benetzen und darauf folgendes Austrocknen sehr empfindlich ist, indem er die nach dem Experiment noch lebenden Pollenkörner zählte. Er gibt aber nicht näher an, was hierbei auf Rechnung des Benetzens oder des Sprunges beim Wechsel zu setzen ist, auch nicht, wie weit die Lebensdauer verkürzt wurde. Ebenso teilt Lidfors[2]) nur mit, daß einige Arten das Benetzen und nachfolgende Austrocknen vertragen, andere nicht.

Tabelle 6.

Name	Dauer des Benetzens in Minuten	Lebensdauer des Pollens in Tagen	
		des benetzten über $CaCl_2$	des nicht benetzten über H_2SO_4
Triglochin maritima	5	3	16
„ „	30	1—2	16
„ „	60	1—2	16
Cytisus laburnum	1	9	173
Tropaeolum majus	2	2	88
Azalea mollis	5	137	178
„ „	30	24	178
„ „	60	21	178

Die Resultate von Versuchen, die sich ebenfalls auf den Einfluß des Benetzens und nachfolgenden Austrocknens beziehen, habe ich in Tabelle 6 zusammengestellt. Proben von Pollen kamen in Kapseln aus Fließpapier. Diese wurden eine bestimmte Zeit in

1) Rittinghaus, a. a. O., S. 139, 1886.

2) Lidfors, Zur Biologie des Pollens. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 29, 1896.

destilliertes Wasser getaucht und dann nach möglichst intensivem Abtrocknen zwischen Filterpapier über Chlorkalzium gebracht. Der Pollen von *Cytisus laburnum* keimte während des Versuches bereits reichlich aus. Die Keimschläuche wurden aber durch das nachfolgende Austrocknen getötet, ihr Plasma koagulierte, sodaß derartige Körner leicht von solchen mit neugebildeten Schläuchen zu unterscheiden waren.

Nach der Tabelle 6 zeigt sich, daß das Benetzen und nachfolgende Austrocknen sehr schädlich wirkt und zwar um so schädlicher, je länger das Benetzen dauert.

Um Näheres über die Wirkung des Wechsels zu erfahren, dem der benetzte Pollen beim Austrocknen unterworfen ist, ging ich auf die folgende Weise vor.

Der Pollen wurde auf Uhrschälchen ausgebreitet. Diese kamen abends unter eine feuchte Glocke, die geraume Zeit im Wärmezimmer (26,4 Grad) geweilt hatte. Sie wurde nach dem Beschicken am Fenster des Laboratoriums, also bei niedrigerer, nicht konstanter Temperatur aufgestellt. Bald trat reichliche, sich immer wiederholende Taubildung auf. Am nächsten Morgen, also nach 16—18 Stunden, brachte ich die Uhrschälchen in die verschiedenen konstanten Dampfspannungen. Die Dauer des Aufenthaltes unter der feuchten Glocke, also die Vorbehandlung, war für die verschiedenen Proben der gleichen Pollenart dieselbe. Würde man also die Lebensdauer des Pollens, der keine Vorbehandlung erfahren hat, in dem jeweiligen später angewandten Dampfgehalt gleich 100 setzen

Tabelle 7.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen bei Aufbewahrung											
	über H_2SO_4			in den Dampfspannungen von								
				30 %			60 %			90 %		
	betaut	nicht betaut	Lebensdauer des betauten, wenn die des nicht betauten gleich 100 gesetzt wird	betaut	nicht betaut	Lebensdauer des betauten, wenn die des nicht betauten gleich 100 gesetzt wird	betaut	nicht betaut	Lebensdauer des betauten, wenn die des nicht betauten gleich 100 gesetzt wird	betaut	nicht betaut	Lebensdauer des betauten, wenn die des nicht betauten gleich 100 gesetzt wird
Azalea mollis . .	33	178	**17**	40	178	**23**	18	30	**60**	6	16	**38**
Tropaeolum maius	26	88	**29**	20	56	**38**	15	22	**68**	7	13	**54**
Abutilon Darwinii	2	5	**40**	4	7	**58**	12	12	**100**	10	10	**100**
Veronica speciosa	8	29	**28**									

und darauf die Lebensdauer des betauten Pollens beziehen, so müßten diese Prozentzahlen in den verschiedenen Dampfspannungen gleich sein, wenn keine Sprungwirkung in Betracht käme, sondern alles auf eine Schädigung während des Benetzens hinausliefe. Die Ergebnisse finden sich in der vorstehenden Tabelle 7.

Wie diese Tabelle lehrt, weichen aber diese Prozentzahlen bei den verwendeten Arten voneinander ab und so müssen wir schließen, daß dieser Sprung von Einfluß ist. Am wenigsten schadet der Aufenthalt in feuchter Luft von 60 %. Im Vergleich hierzu scheint der Sprung zu 90 %, obwohl er geringer ist, bei den Pollen von *Azalea* und *Tropaeolum* ungünstiger zu wirken. Es erklärt sich dies daraus, daß der Pollen erst spät, vielleicht nicht einmal innerhalb der Versuchszeit, den der Dampfspannung von 90 % entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt erreicht. Daß der Pollen von *Abutilon Darwinii* in 90 % ebenso lange leben bleibt wie in 60 %, hat seinen Grund wohl darin, daß er an und für sich hohe Luftfeuchtigkeit sehr gut verträgt.

D. Diskussion der Lebensdauer des Pollens unter biologischen Gesichtspunkten.

I. Welchen Einfluß üben die verwandtschaftlichen Beziehungen auf die Lebensdauer des Pollens aus?

Wie schon bekannt, und wie auch unsere Versuche im allgemeinen ergeben haben, ist die Lebensdauer bei verschiedenen Arten verschieden.

Ehe wir nun den Einfluß der Zugehörigkeit zu den verschiedenen ökologischen Gruppen untersuchen können, müssen wir uns die Frage vorlegen, ob ein Zusammenhang zwischen der Lebensdauer und der Resistenz des Pollens einerseits und der systematischen Verwandtschaft anderseits besteht. Diese Beziehung läßt sich nun nicht leugnen, insofern als die absolute Lebensdauer des Pollens, d. h. die Lebensdauer unter den günstigsten Bedingungen, bei den Arten eines bestimmten Verwandtschaftskreises gewöhnlich übereinstimmend kurz oder lang zu sein pflegt, kurz z. B. bei den Helobiae, Gramineae, Polygonales und Opuntiales, lang dagegen bei den Pinaceen, Pandanales, Salicaceen, Fagales, Rosales und Primulaceen. Je näher die untersuchten Arten verwandt sind, umso deutlicher wird natürlich diese Beziehung zutage treten. In der Tat besitzt innerhalb der Gattungen *Pinus*, *Ranunculus* und

Sedum der Blütenstaub der einzelnen untersuchten Arten annähernd die gleiche Lebensdauer. Zur Erklärung der Ausnahmen, die natürlich vorhanden sind, müssen wir nach anderen Faktoren suchen (vgl. Tabelle 2).

II. Ist die Lebensdauer des Pollens zweckentsprechend geregelt?

Um etwas Sicheres darüber zu erfahren, ob der Pollen in seinem Verhalten gegen die Luftfeuchtigkeit, wie überhaupt in der Lebensdauer, Anpassung an ökologische Faktoren zeigt, wäre es wohl am besten gewesen, den Pollen möglichst nah verwandter aber ökologisch differenter Arten zu untersuchen, da, wie wir eben gesehen haben, bei diesen die Lebensdauer ungefähr gleich sein müßte, Verschiedenheiten also als Anpassung zu erklären wären. Von solchen Objekten habe ich nun *Ranunculus acer* und *R. aquatilis* sowie *Plantago media* und *Pl. lanceolata* untersucht, auf deren Verhalten ich später eingehen werde. Im allgemeinen war es mir aber nicht möglich, in dieser Weise vorzugehen, weil es mir an Material fehlte, da nah verwandte Arten auch zur selben biologischen Gruppe zu gehören pflegen.

Es blieb mir also nichts anderes übrig, als die Versuchsobjekte zumeist ohne Rücksicht auf die Verwandtschaft zu wählen, ein freilich nur unvollkommener Ersatz, da ungewiß bleibt, was bei verschiedenem Verhalten auf Rechnung der primär verschiedenen Lebensdauer bezw. der Anpassung zu setzen ist.

1. Wasser- und Sumpfpflanzen — Xerophyten.

Zunächst stelle ich in der nebenstehenden Tabelle (Tab. 8) die Lebensdauer des Pollens einiger Arten von Wasser- und Sumpfgewächsen zusammen, der, wie man vermuten könnte, besonders gut an feuchte Luft (60—90 %) angepaßt sein müßte; dürfte doch über Wasserflächen die Atmosphäre häufig mit Wasserdampf gesättigt sein.

Eine derartige Anpassung tritt jedenfalls nicht klar hervor, denn nur der Pollen von *Hippuris vulgaris* lebt in feuchter Luft am längsten, während der Blütenstaub der übrigen, selbst der typischen Wasserpflanzen wie *Nuphar advena*, *Nymphaea alba* und *Ranunculus aquatilis* nicht nur das Aufbewahren in trockener Luft verträgt, sondern sogar über Schwefelsäure wesentlich länger lebt als in feuchter Luft. Übrigens unterscheidet sich der Pollen von *Ranunculus aquatilis* in seinem Verhalten gegen Luftfeuchtigkeit von dem des *Ranunculus acer*, der an trockenen Stellen wächst, nicht im geringsten.

Tabelle 8.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im luft-trocknen Zustande	in einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Hydrocharis nymphaeoides .	13	3	8	10	7
Nymphaea alba	6	6	6	30	35
Nuphar advena	6	4	6	28	32
Ranunculus aquatilis . . .	11	3	6	35	51
Typha latifolia	39	15	24	144	144
Sparganium erectum . . .	21	4	13	48	63
Alisma plantago	1	1	1	1	1
Triglochin maritima . . .	3	2	3	21	16
Carex paludosa	4	4	7	13	9
„ *vulpina*	3	3	4	11	9
Juncus effusus	3				8
Tofieldia calyculata . . .	6				30
Iris pseud-acorus	12	5	12	29	29
Caltha palustris	31	19	26	64	49
Hippuris vulgaris	5	5	5	3—5	2

Im Gegensatz zu den Wasserpflanzen wäre es denkbar, daß bei den Xerophyten der Pollen an trockene Luft angepaßt wäre. Da nun der Blütenstaub in der Mehrzahl der Fälle das Austrocknen gut verträgt, so würden wir aus einer besonders langen Keimfähigkeitsdauer über Schwefelsäure und umgekehrt aus besonders großer Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit auf Anpassung schließen können.

Tabelle 9.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im luft-trocknen Zustande	in einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Aloe longearistata	29	3	11	69	78
Agave densiflora	32	4	11	133	133
Cereus flagelliformis . . .	7	3	8	13	9
„ *grandiflorus* . . .	8	6	6	17	17
Echinopsis Eyriesii . . .	8	4	6	8	6
„ *Zuccariniana* .	6	2	6	6	4
Sedum acre	29	5	14	143	143
„ *boloniense*	31	5	14	140	131
Sempervivum tectorum . .	26	6	16	194	127

Tabelle 9 läßt erkennen, daß sich die verschiedenen Pollenarten nicht einheitlich verhalten. Denn einerseits ist der Blütenstaub

der untersuchten Kakteen gegen höhere Luftfeuchtigkeit nicht ungewöhnlich empfindlich, scheint also an die äußeren Bedingungen des Standortes nicht angepaßt zu sein. Anderseits besitzen die übrigen untersuchten Arten einen Pollen, dessen Verhalten gegen Luftfeuchtigkeit den oben gestellten Anforderungen sehr gut entspricht, wo wir also Anpassung vor uns hätten.

2. Frühjahrs- und Herbstblüher.

Bei den meteorologischen Bedingungen, die Frühjahr und Herbst im Vergleich zum Sommer bieten, liegt es nahe, den Pollen besonders der im Spätwinter oder Vorfrühling und im Herbst blühenden Arten auf das Verhalten gegen Luftfeuchtigkeit zu untersuchen. Regen, Tau, Nebel und Sonnenschein wechseln in dieser Jahreszeit rasch ab und haben große Schwankungen, häufig auch schroffen Wechsel zur Folge. Sollten diese ungünstigen Verhältnisse nicht zur Steigerung der Resistenz und Verringerung der Empfindlichkeit des Pollens gegen Luftfeuchtigkeit führen?

Tabelle 10.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im lufttrocknen Zustande	in einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Colchicum autumnale . . .	92	16	32	229	121
Tulipa Gesneriana . . .	37	23	43	108	92
Galanthus nivalis	42	27	42	76	56
Leucoium vernum	48	22	46	82	62
Salix caprea	35	11	31	53	70
Corylus avellana	40				65
Alnus glutinosa	48	32	46	49	53
Ulmus campestris	9	6	9	22	17
Viscum album	56	28	44	89	82
Caltha palustris	31	19	26	64	49
Arabis albida	22	4	9	24	36
Prunus spinosa	45				154
Mercurialis perennis . . .	29	8—10	29	58	72
Viola odorata	35	19	28	217	235
Daphne mezereum	45	28	43	76	76
Cornus mas	59	31	59	74	59
Primula elatior	56	18	56	148	179

In der Tat müssen wir nach der vorigen Tabelle den Pollen der Frühjahrs- wie auch der Herbstblüher als gut angepaßt an ungünstige Witterung bezeichnen, verträgt doch der von *Alnus glutinosa*, *Cornus mas*, *Daphne mezereum*, *Tulipa Gesneriana* und

Colchicum autumnale sowohl das Austrocknen über Schwefelsäure als auch den Aufenthalt in feuchter Luft (90 %) in ausgezeichneter Weise, wenn schließlich auch nicht bei allen die Empfindlichkeit gegen Luftfeuchtigkeit gleich stark abgestumpft erscheint. Eine Ausnahme macht allerdings der Pollen von *Arabis albida* und *Ulmus campestris*, beides Arten, die zu Verwandtschaftskreisen gehören, deren Spezies, soweit ich sie untersucht habe, nur Pollen mit kurzer Lebensdauer besitzen.

3. Insekten-, Wind- und Wasserblütler.

Am eingehendsten wurde der Pollen der Insekten- und Windblütler vergleichend untersucht.

Im allgemeinen dürften die Insekten, wenigstens die Bienen, den Pollen rasch übertragen, und wohl nur selten dürfte der Fall eintreten, daß ein Pollenkorn im Pelz der Biene hängen bleibt und erst am nächsten Tage auf die Narbe gelangt. Was für die Bienen gilt, darf auf die übrigen als Vermittler tätigen Insekten nicht ohne weiteres übertragen werden, wird aber schließlich auch für einen großen Teil von ihnen berechtigt sein. Außerdem führen bekanntlich die Bienen, wenigstens in unserem Klima, die meisten Bestäubungen aus.

Der Pollen der Insektenblütigen wird also im allgemeinen nur kurze Zeit bis zur Narbe unterwegs sein und daher kaum Gefahr laufen, während der Übertragung durch Austrocknung zugrunde zu gehen.

Tabelle 11.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im lufttrocknen Zustande	in einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Arum maculatum	17	5	16	39	46
Tradescantia Virginica . .	4	2	3	31	40
Colchicum autumnale . . .	92	16	32	229	121
Lilium bulbiferum . . .	41	8	31	142	142
Leucoium vernum	48	22	46	82	62
Salix caprea	35	11	31	53	70
Nigella sativa	3—4	2	4	14	19—21
Papaver rhoeas	14	3	14	86	97
Sedum acre	29	5	14	143	143
Prunus padus	15	14	22	181	181
Cytisus laburnum	40	15	25	261	173

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im lufttrocknen Zustande	in einer Dampfspannung von			über H_2SO_4
		90 %	60 %	30 %	
Aesculus hippocastanum . .	17	6	17	72	72
Oenothera biennis	8	2	6	8	6
Primula elatior	56	18	56	148	179
Mimulus luteus	10	3	10	44	65
Campanula medium . . .	40	8	19	69	74
Onopordon Illyricum . . .	6	2	6	8	3

Wie nun die obige Tabelle 11 lehrt, besitzt auch der Pollen verschiedener Arten, so von *Alisma plantago*, *Veronica Buxbaumii*, *Onopordon Illyricum* nur eine kurze absolute Lebensdauer, der anderer jedoch, so von *Aquilegia vulgaris*, *Paeonia albiflora* und *Cytisus laburnum* ist erstaunlich widerstandsfähig, so daß ein einheitliches Verhalten völlig zu fehlen scheint.

Anderseits ist es wahrscheinlich, daß der Pollen der Anemophilen während der Übertragung besonders stark austrocknet, was vermuten läßt, daß er gut an trockne Luft angepaßt, also besonders lange über Schwefelsäure lebt und umgekehrt besonders empfindlich gegen feuchte Luft ist.

Doch besitzen nach nebenstehender Tabelle 12 die meisten Windblütler einen Pollen, der nur kurze Zeit lebt; so die Arten der großen Familie der Gramineen, Urticaceen usw. Natürlich finden sich auch Arten, deren Pollen sehr widerstandsfähig gegen das Austrocknen ist, so der von *Sparganium erectum*, *Typha latifolia* und *Thalictrum flavum*. Zwischen diesen beiden Extremen finden sich Übergänge in Menge vor und dienen dazu, den Eindruck des komplizierten zu erhöhen. Anemophil und insektenblütig in derselben Gattung lag mir nur bei *Plantago lanceolata* und *Pl. media* vor, von denen der letztere zwar nicht völlig entomophil, aber trotz der Übertragung durch Insekten resistenter gegen das Austrocknen ist als der erstere. Auch *Thalictrum* zeigt gegenüber den übrigen untersuchten insektenblütigen Ranunculaceen kein auffallend abweichendes Verhalten.

Von den Hydrophilen kamen zwar *Zanichellia* und *Ceratophyllum* zur Untersuchung, doch gelang es nicht, ihren Pollen zur Keimung zu bringen.

Aus dem gleichen Grunde scheiterte die Untersuchung des Pollens der kleistogamen Blüten von *Viola odorata* und *Lamium amplexicaule*.

Tabelle 12.

Name	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
	im lufttrocknen Zustande	in einer Dampfspannung von 90 %	60 %	30 %	über H_2SO_4
Pinus montana	65				272
„ *pinaster*	68				275
„ *silvestris*	74				279
Typha latifolia	39	15	24	144	144
Sparganium erectum	21	4	13	48	63
Triglochin maritima	3	2	3	21	16
Zea mays	1	1	1	1	1
Alopecurus pratensis	2	2	2	2	2
Dactylis glomerata	2	1	2	3	2
Poa Chaixii	1	1	1	1	1
„ *compressa*	1	1	1	1	1
Lolium perenne	1	1	1	1	1
Secale cereale	12 Std.	12 Std.	12 Std.	12 Std.	12 Std.
Carex paludosa	4	4	7	13	9
„ *vulpina*	3	3	4	11	9
Juncus effusus	3				8
Luzula angustifolia	5	3	5	16	12
Corylus avellana	40				65
Alnus glutinosa	48	32	46	49	53
Ulmus campestris	9	6	9	22	17
Cannabis sativa	2				8
Urtica dioica	3	1—2	3	4	4
Rumex acetosella	4	1—2	4	11	14
„ *arifolius*	8	3	5	21	21
Chenopodium bonus Henricus	5	3	5	8	8
Thalictrum flavum	15	6	12	73	98
Mercurialis perennis	29	8—10	29	58	72
Hippuris vulgaris	5	5	5	3—5	2
Plantago lanceolata	10	4—5	7	35	32

4. Dauer des Blühens[1]) und der Einzelblüte.

Es wäre nun noch daran zu denken, daß die Zeit, während der die Pflanze Blüten hervorbringt, von Einfluß auf die Lebensdauer des Pollens sein könnte. Bereits Mangin[2]) faßte diese Frage ins Auge, kam aber zu einer negativen Antwort. Hier möge nur, ohne

1) Über die Dauer des Blühens und der Einzelblüte s. auch v. Kerner, Pflanzenleben, II, Leipzig und Wien 1891, S. 208, und Fr. Ludwig, Biologie der Pflanzen, Stuttgart 1895, S. 163.

2) Mangin, a. a. O., S. 337.

irgend welche Schlüsse ziehen zu wollen, darauf hingewiesen werden, daß die Blütezeit bei *Paeonia alba*, wie ich beobachtete, ungefähr 8 Tage dauert, der Pollen dagegen sehr lange lebt und umgekehrt bei *Tradescantia virginica* die Blütezeit bis 2 Monate beträgt, die absolute Lebensdauer des Pollens dagegen nur 40 Tage. Weiter ließ sich diese Frage nicht verfolgen, da es an Angaben über die Dauer des Blühens fehlt.

Weit eher wäre nun ein Einfluß auf die Lebensdauer des Pollens von seiten der Dauer der Einzelblüte zu erwarten, eine Beziehung, die Gärtner[1]) auf Grund der Befunde über Keimfähigkeitsdauer des Pollens einiger Dianthaceen leugnen zu müssen glaubte. Doch kannte er nur die Lebensdauer des lufttrocknen Pollens, die, wie sich uns gezeigt hat, eine variable Größe, also als solche zu Vergleichen ungeeignet ist. Wenn überhaupt ein Einfluß von seiten der Dauer der Einzelblüte vorhanden ist, indem entweder die kurze Lebensdauer der Blütenorgane, speziell auch der Staubgefäße direkt korrelativ eine kurze Lebensdauer der Pollenkörner bedingen könnten, oder indem als Anpassung in der kurzlebigen, abfallenden oder den Pollen beim Verwelken einhüllenden Blüte kurzlebiger Pollen gebildet würde, weil langlebiger doch keine Verwendung finden könnte, so müßte sich dieser auf die absolute Lebensdauer des Pollens geltend machen.

Tabelle 13.

Name	Dauer der Einzelblüte	Lebensdauer des Pollens in Tagen				
		im lufttrocknen Zustande	in einer Dampfspannung von 90 %	60 %	30 %	über H_2SO_4
Cereus grandiflorus	7 Std.	8	6	6	17	17
Cyanotis	6—8 „	5	1	3	9	6
Alisma plantago	6—8 „	1	1	1	1	1
Tradescantia virginica	10 „	4	2	3	31	40
Veronica Buxbaumii	12 „	2	1	2	5—6	4
Hemerocallis fulva	14 „	11	2	6	20	26
Hydrocharis nymphaeoides	1 Tag	13	3	8	10	7
Iris pseud-acorus	1—2 „	12	5	12	29	29
Oenothera biennis	2 „	8	2	6	8	6
Digitalis purpurea	6 „	32	9	13	143	172
Ranunculus acer	7 „	7	3	7	32	49
Galanthus nivalis	30 „	42	27	42	76	56

1) Gärtner, a. a. O., S. 144.

Nach den in Tabelle 13 zusammengestellten Versuchsergebnissen scheint es nun fast, als ob die erwähnte Beziehung bestünde; bleibt doch der Pollen von Arten mit ephemeren Blüten nur kurze Zeit keimfähig und können wir doch mit zunehmender Dauer der Einzelblüte ein Anwachsen der Lebensdauer des Blütenstaubes konstatieren. Doch finden sich relativ zahlreiche Ausnahmen, so von *Tradescantia Virginica, Hemerocallis fulva, Cereus grandiflorus,* die, obwohl ihre Blüten ephemer sind, langlebigen Pollen besitzen. Die Beziehungen zwischen der Dauer der Einzelblüte und Lebensdauer treten also wohl hervor, aber nicht mit voller Deutlichkeit.

5. Beziehungen zwischen der Zeit, die von der Bestäubung bis zur Befruchtung vergeht, und der Lebensdauer des Pollens.

Es möge nun noch auf eine Beziehung hingewiesen werden, die von Einfluß auf die Lebensdauer mancher Pollenarten sein wird. Bekanntlich dauert es bei den verschiedenen Arten verschieden lange, ehe der Pollenschlauch den Weg zur Eizelle zurückgelegt hat, im allgemeinen nur wenige Stunden, bei einigen jedoch Wochen, ja Monate. So konnte Nawaschin[1]) feststellen, daß bei *Betula alba* bereits die Bestäubung erfolgt, wenn die Samenanlagen noch unentwickelt sind, daß die Pollenkörner zwar sogleich auf der Narbe Schläuche treiben, die aber bald ihr Wachstum einstellen und es erst nach 4 Wochen wieder aufnehmen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Pinus silvestris*[2]), wo die Körner gleichfalls sofort Schläuche zu treiben beginnen, die Befruchtung aber erst im Sommer danach eintritt. Sollte die lange Lebensdauer des Keimschlauches nicht auch eine solche des Pollens bedingen? In der Tat wird dies für den Blütenstaub von *Pinus silvestris* zutreffen, während sich die Lebensdauer des Pollens von *Betula alba (= verrucosa)* nicht bestimmen ließ, da dieser in Zuckerlösung nur sehr schlecht keimte.

III. Die Lebensdauer des Pollens, ein Ergebnis des Zusammenwirkens verschiedener Einflüsse.

Von vorn herein erscheint uns die besonders lange Lebensdauer des Pollens mancher Arten, so der Pinaceen, des Cytisus

1) Nawaschin, Die gemeine Birke. Mem. de l'Acad. de St. Petersbourg, VII. Serie 42, 1894.

2) Ferguson, Ann. of Bot. 15, 1901, S. 193.

und Colchicum als Anpassung unerklärlich, würde doch die Pflanze ihren Zweck bereits erreichen, wenn der Pollen nur etwa so lange lebte, als die Blüteperiode dauert. Auch ist die Aussicht, im nächsten Jahre auf die Narbe zu gelangen, also zu überwintern, sehr gering, denn schon der erste Platzregen wird z. B. den Pollen der Windblütler zu Boden schlagen, und es erscheint fraglich, ob er sich dann jemals wieder erheben wird.

Außer diesen Extremen dürfte es schwer gelingen, die verschiedene Lebensdauer des Pollens ökologisch gleichwertiger Arten zu erklären. Wenn z. B. innerhalb der Gruppe der Windblütler der Pollen der Gramineen nur einen Tag, der von *Typha* dagegen 144 Tage lebt, ist es klar, daß noch andere Faktoren mitwirken müssen, wie überhaupt in allen den Fällen, wo ökologische Beziehungen nicht deutlich hervortreten. Vielleicht trägt zur Erklärung bei, daß die gleichen Pflanzen häufig verschiedenen biologischen Gruppen angehören, daß sich also Einflüsse geltend machen können, die entweder im gleichen oder widerstreitenden Sinne auf die Lebensdauer und Resistenz des Pollens einwirken.

Für den ersten Fall wäre z. B. *Alnus glutinosa* zu nennen, die anemophil ist und im Frühjahr blüht. Der Pollen müßte also an das Austrocknen angepaßt sein (als Windblütler) und daneben wenig empfindlich gegen höhere Luftfeuchtigkeit (als Frühjahrsblüher). In der Tat sehen wir ihn über Schwefelsäure 53 Tage, in 90 % Luftfeuchtigkeit 32 Tage leben, also in beiderlei Bedingungen relativ lange. Auch *Galanthus nivalis* wäre anzuführen, dessen Pollen eine lange Lebensdauer und geringe Empfindlichkeit gegen Luftfeuchtigkeit besitzen müßte, da die Pflanze Blüten von großer Dauer hervorbringt und Frühjahrsblüher ist. Daß der Pollen von Insekten übertragen wird, könnte umgekehrt auf eine Verkürzung der Lebensdauer hin wirken. In sehr feuchter Luft (90 %) lebt er nun 27 Tage, erreicht aber eine absolute Lebensdauer von 76 Tagen, ist also gegen Luftfeuchtigkeit empfindlicher als etwa der Pollen von *Alnus glutinosa*. Bei solchen widerstreitenden Einflüssen kann natürlich ein Kompromiß zustande kommen oder Anpassung an die stärkere Einwirkung erfolgen. Ein weiteres Beispiel wären die Kakteen, die insektenblütig sind, Blüten von kurzer Dauer aufweisen und in trocknen Regionen wachsen. Wie sich uns zeigt, überwiegt, wenn überhaupt von Anpassung geredet werden kann, der Einfluß der ersten beiden Faktoren, der auf eine kurze absolute Lebensdauer hinwirkt, denn der Blütenstaub der untersuchten Kakteen ist nur kurzlebig, im Maximum 17 Tage (*Cereus grandiflorus*).

Es dürfte zu weit gehen, wenn ich noch weitere Beispiele bringen wollte. Denn wenn dieser Erklärungsversuch auch in manchen Fällen seine Berechtigung haben dürfte, so läßt sich doch auf diesem Wege kaum die so verschiedene Lebensdauer des Pollens der Gramineen und von *Typha latifolia* erklären. Hier müssen wir an innere Faktoren denken, vielleicht in erster Linie an den Einfluß der Verwandtschaft, wenngleich dieser auch nicht in allen Fällen maßgebend erscheint.

Aus dem Angeführten ist jedenfalls so viel hervorgegangen, daß in einzelnen Fällen der Zusammenhang zwischen Lebensdauer und Resistenz des Pollens und den ökologischen Faktoren zu erkennen ist. Im allgemeinen macht es freilich den Eindruck, als ob eine Regelung der Lebensdauer, die uns ganz zweckmäßig erscheint, fehle. Hierbei darf aber nicht vergessen werden, daß die Lebensdauer, so wie sie vorliegt, eben in ihrer ungleichen Dauer, den Pflanzen doch zur Erreichung ihres Zweckes genügt.

IV. Einfluß des Alters auf die Keimung des Pollens.

Zum Schluß seien noch einige Beobachtungen mitgeteilt, auf die ich in den Kapiteln über die Methodik bei der Bestimmung der Lebensdauer schon hingewiesen habe, die aber erst jetzt ausführlich behandelt werden, da die Bekanntschaft mit den Tatsachen der vorhergehenden Abschnitte vorausgesetzt werden kann.

Wie man leicht beobachten kann, keimen die Pollenkörner der gleichen Art mit dem zunehmenden Alter unter sonst vollkommen gleichen Bedingungen weniger zahlreich aus. Es folgt hieraus, daß das Absterben, also auch die Lebensdauer individuell verschieden ist. Das gleiche ist von Sporen und Samen[1]) längst bekannt.

Es ist ferner auch verständlich, daß sich mit dem Alter des Pollens die Ansprüche an das Nährsubstrat ändern. Denn während der eben geerntete bei vielen Arten sowohl in verdünnter wie auch in konzentrierter Lösung Keimschläuche bildete, keimte er kurz vor dem Absterben nur noch in den günstigen Konzentrationen aus. Hierbei blieb die Lage des Optimums ungeändert.

Bei diesen Versuchen kam Pollen zur Verwendung, der über Schwefelsäure aufbewahrt worden war, da hier das Absterben sich über eine lange Zeit erstreckte. So konnte ich beobachten, daß der Blütenstaub von *Colchicum autumnale*, *Cytisus laburnum* und

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II, S. 323, 1904.

Tropaeolum maius am Ende der Lebensperiode in 0—10-, sowie, mit Ausnahme von *Tropaeolum maius*, in 40proz. Rohrzuckerlösung nicht mehr auskeimte, während er frisch gesammelt in 0—40 % Zucker Schläuche trieb. Wahrscheinlich ließen sich ähnliche Verhältnisse bei Pollen finden, der in feuchter Luft aufbewahrt wurde, da wir ja allgemein wissen, daß geschwächten Organen oder Organismen zur Aufnahme der Lebensfunktionen möglichst günstige Bedingungen geboten werden müssen.

Der Einfluß höheren Alters zeigt sich aber beim Pollen nicht bloß dadurch, daß er günstigere Keimungsbedingungen verlangt, sondern auch darin, daß er träger auskeimt. Diese Verzögerung kann man sowohl bei Pollen beobachten, der sich unter dem Einfluß feuchter Luft befindet, tritt aber bei getrocknetem viel deutlicher hervor, mag er nun über Schwefelsäure oder in der Dampfspannung von 30 % aufbewahrt werden. Genaue Angaben will ich nur für diese letzteren Fälle machen. So treibt der Pollen von *Pinus montana*, *P. pinaster* und *P. silvestris* im frischen Zustande bei 26,4°[1]) bereits nach 24 Stunden Keimschläuche, dagegen keimt er unter sonst gleichen Bedingungen erst nach der doppelten Zeit aus, wenn er 252 Tage über Schwefelsäure geweilt hat. Verhältnismäßig beträchtlicher verzögerte sich die Keimung bei Pollen von *Colchicum autumnale* und *Cytisus laburnum*, der eben geerntet bei Zimmertemperatur nach 1—2 Stunden die ersten Schläuche trieb, dagegen erst nach 6—8 Stunden, wenn er 167 Tage *(Colchicum)* resp. 202 Tage *(Cytisus)* unter dem Einfluß der Dampfspannung von 30 % gestanden hatte.

Die günstigsten Keimungsbedingungen bietet natürlich die Narbe. Es schien infolgedessen nicht ausgeschlossen, daß Pollen, der in Zuckerlösung nicht mehr zur Keimung zu bringen war, auf dem Stigma noch zur Schlauchbildung schreiten würde. Ich belegte daher die empfängnisfähigen Narben von *Nuphar advena* und *Nymphaea alba* mit Blütenstaub, der in Nährlösung nicht mehr keimte, ohne an Schnitten mit Zuhilfenahme von Färbungsmethoden[2]) Schlauchbildung beobachten zu können, selbst nicht nach 1—2 Tagen. Natürlich kann man aus diesen wenigen Versuchen nicht verallgemeinern, da in anderen Fällen wohl ein positives Ergebnis erzielt werden könnte.

1) Über Abhängigkeit der Keimgeschwindigkeit von der Temperatur s. Rittinghaus, a. a. O., 1886, S. 141.

2) Jost, a. a. O., 1907, S. 84, 92.

E. Wie verhalten sich die Pollenschläuche beim Austrocknen?

Wir sehen ganz allgemein, daß sich die Resistenz gegen das Austrocknen mit der Entwicklung ändert, z. B. wenn wir ungekeimte und gekeimte Samen[1]) vergleichen. Ein entsprechendes Verhalten ist beim Pollen zu erwarten.

Ich ließ, um mich hierüber zu orientieren, Kulturen von Pollenschläuchen austrocknen und unter einer feuchten Glocke langsam wieder Wasser aufnehmen. Nach der Wasseraufnahme und zwar meist am nächsten Tage, also nach 16—18 Stunden, erfolgte die Kontrolle. Um festzustellen, ob die Keimschläuche abgestorben waren oder nicht, behandelte ich sie mit Anilinblau (1 : 1000), das, nach Pfeffer[2]), zu den Farbstoffen gehört, die nicht in die lebende Zelle eindringen. Färbung der Pollenschläuche ließ also auf Abgestorbensein schließen.

Die Keimschläuche (von *Arabis albida*, *Impatiens Holstei*, *Lupinus perennis* und *Tropaeolum maius*), die in der Zuckerkonzentration, die für die Keimung der entsprechenden Pollenart am günstigsten war, erzielt und stets in allen Entwicklungsstadien vorhanden waren, erwiesen sich nach 6stündigem Austrocknen als abgestorben, wobei es völlig gleich war, ob der Tropfen über Schwefelsäure oder an der Luft verdunstete. Daß übrigens schon kürzeres Austrocknen das Absterben bedingt, stellte ich fest, indem ich Kulturen von *Alnus glutinosa*, *Chamaedorea Sartorii*, *Impatiens Sultani*, *Galanthus nivalis* und *Leucoium vernum* 30 Minuten lang austrocknen ließ und sämtliche Schläuche abgestorben fand. Sogar als ich Keimschläuche von *Impatiens Sultani* nur soweit eintrocknen ließ, daß die Plasmaströmung still stand, fand sich bereits eine große Menge toter Schläuche vor.

Da es möglich schien, daß die Konzentration des Nährbodens von Einfluß auf die Resistenz der Pollenschläuche gegen das Austrocknen ist, kamen solche von *Impatiens Sultani*, *Chamaedorea Sartorii*, *Corylus avellana*, *Galanthus nivalis* und *Leucoium vernum* 30 Minuten lang, von *Alnus glutinosa* während 2 Stunden in den verschiedensten Zuckerlösungen zur Austrocknung, ohne einen besseren Erfolg, als den eben angegebenen.

---

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II, S. 323, 1904.

2) Derselbe, Über die Aufnahme von Anilinfarbstoffen in die lebende Zelle. Unters. aus dem bot. Inst. zu Tübingen, Bd. 2, Leipzig 1886/89, S. 179.

Die geringe Resistenz der Pollenschläuche erscheint uns biologisch verständlich, sind sie doch im Innern des Griffels der Austrocknungsgefahr entzogen. Ausnahmen bilden freilich bis zu einem gewissen Grade manche Gramineen, deren Pollenschläuche am Griffel hinwachsen können. Doch brauchen sie deshalb kaum wesentlich resistent gegen das Austrocknen zu sein, indem sie doch im Kontakt mit dem lebenden Gewebe sind.

F. Zusammenfassung.

Die Hauptergebnisse lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen:

Die Lebensdauer des Pollens hängt deutlich vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab, ist also bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad am kürzesten, bei einem anderen am längsten. Hervorzuheben ist, daß das Minimum ebenso wie das Maximum der Lebensdauer für differente Pollenarten bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden liegt und daß weder sehr trockne noch sehr feuchte Luft sofortiges Absterben bewirkt. Es fanden sich nur wenige Arten, für deren Blütenstaub die optimalen Aufbewahrungsbedingungen in feuchter Luft (90—60 %) lagen *(Abutilon Darwinii, Hippuris vulgaris).* dagegen viele, die in trockner (30 %), ja sogar in sehr trockner Luft (über Schwefelsäure) am längsten leben. Auch die Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Graden der Luftfeuchtigkeit ist bei den einzelnen Pollenarten verschieden. Die einen *(Alnus glutinosa, Hippuris vulgaris)* leben in feuchter und trockner Luft fast gleich lang, bei den anderen unterscheidet sich die Lebensdauer unter ungünstigen Verhältnissen sehr stark von der unter den möglichst günstigen Aufbewahrungsbedingungen *(Verbascum phlomoides, Agave densiflora* usw.).

Die Lebensdauer des Pollens in der Zimmerluft ist infolge der Schwankungen der Luftfeuchtigkeit für die gleiche Art eine variable Größe. Dasselbe ist im Freien der Fall, wo infolge der stärkeren Schwankungen und der höheren durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit die Lebensdauer kürzer zu sein pflegt als im Zimmer.

Ein Einfluß des Sprunges auf die Lebensdauer des Pollens bei einmaligem Wechsel zwischen trockner und feuchter Luft und umgekehrt läßt sich nicht deutlich wahrnehmen. Er ist dagegen vorhanden, wenn benetzter Pollen austrocknet, und zwar wirkt er hier um so schädlicher, je größer er ist. Der benetzte Pollen geht

bei nachfolgendem Austrocknen um so rascher zugrunde, je länger das Benetzen gedauert hat, was schon Lidfors[1]) feststellte.

Im allgemeinen reguliert die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Verwandtschaftskreis die Lebensdauer des Pollens. Dagegen ließen sich klar ausgesprochene Beziehungen derselben zu ökologischen Faktoren im allgemeinen nicht wahrnehmen. Die deutlichste Anpassung zeigte der Pollen der Herbst- und Frühjahrsblüher an die ungünstigen Witterungsverhältnisse der Blütezeit, einmal durch sehr lange Lebensdauer, dann durch geringe Empfindlichkeit gegen Luftfeuchtigkeit. Daß es nicht häufiger gelang, solche Beziehungen aufzufinden, mag wohl im Zusammenhang damit stehen, daß eben die Lebensdauer bei ökologisch gleichwertigen Arten infolge der Zugehörigkeit zu verschiedenen Verwandtschaftskreisen different ist, daß ferner in der Natur das Ziel im allgemeinen ohne Anpassung erreicht wird, weil schon meist eine kurze Lebensdaner des Pollens genügt, und eine sehr lange Dauer der Keimfähigkeit nicht viel nützen wird.

Während frisch geernteter Pollen sowohl in verdünnter wie in hoch konzentrierter Lösung Keimschläuche bildet, keimt er kurz vor dem Absterben nur noch in günstigen Konzentrationen. Ebenso verzögert sich im Alter die Keimung, was am eingehendsten bei in 30 % Luftfeuchtigkeit oder über Schwefelsäure getrockneten Pollen untersucht wurde. Nach wenigen Versuchen (*Nymphaea alba*, *Nuphar advena*) bildet der Blütenstaub, der in Zuckerlösung nicht mehr keimt, auch auf der Narbe keine Keimschläuche mehr.

Die Pollenschläuche sind gegen das Austrocknen überhaupt nicht resistent.

Das Minimum der zur Keimung des frisch geernteten Pollens nötigen Temperatur liegt bei einigen im Spätwinter oder Vorfrühling blühenden Arten ziemlich tief, wohl noch unter 4—5 °.

Der Pollen der Gramineen und der Komposite *Onopordon Illyricum* keimte im Gegensatz zu den Angaben anderer Autoren auch in Zuckerlösung, allerdings im allgemeinen in hohen Konzentrationen, die ihm nur im beschränkten Maße Wasser aufzunehmen gestatten.

Aus dem Anhange sei noch folgendes angeführt:

Der verschiedenartige Pollen der heterostylen Pflanzen *Pulmonaria obscura*, *Primula elatior* und *P. officinalis* besitzt in

1) Lidfors, a. a. O., 1896.

Zuckerlösung die gleichen Keimungsoptima. Doch keimt der der kurzgriffligen Blüten in destilliertem Wasser weit schlechter als der der langgriffligen. Das gleiche gilt auch für den Pollen der längsten Staubgefäße von *Lythrum salicaria*, dessen Optimum auch in konzentrierteren Lösungen liegt als das des Blütenstaubes der kurzen und mittleren Staubblätter. Der Pollen dieser letzteren besitzt die gleichen Optima.

G. Anhang.

I. Keimung des eben geernteten Pollens in den verschiedenen Zuckerkonzentrationen.

Die folgende Tabelle gibt Aufschluß über die Zuckerkonzentrationen mit 1 % Agar, in denen der frisch geerntete Pollen der Arten, die ich im Laufe dieser Arbeit untersuchte, überhaupt und am besten keimte, um späteren Beobachtern die Mühe des Ausprobierens zu ersparen oder zu erleichtern.

Tabelle 14.

Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen		Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen	
	in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde		in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde
Abutilon Darwinii . .	0—40	10—30	*Caltha palustris* . . .	0—15	5
Aesculus hippocastanum	0—40	20	*Campanula medium* .	0—40	10—30
Agave densiflora . . .	5—30	5—10	*Cannabis sativa* . . .	0—30	5—15
Alisma plantago . . .	10—40	20—30	*Canna indica*	0—40	20—30
Alliaria officinalis . .	0—40	15—20	*Carex paludosa* . . .	0—40	15—20
Alnus glutinosa . . .	0—40	10—20	„ *vulpina* . . .	0—40	15—20
Aloe longearistata . .	0—40	20—30	*Carludovica*	5—20	5—10
Alopecurus pratensis .	15—40	30	*Cereus flagelliformis* .	10—40	20—40
Ampelopsis quinquefolia	5—20	10	„ *grandiflorus* . .	10—40	20—30
Aquilegia vulgaris . .	0—30	10—20	*Chamaedorea Sartorii* .	0—20	5—10
Arabis albida	0—40	20—30	*Chenopodium bonus Henricus*	30—40	
Aristolochia clematitis .	0—40	10—15	*Clematis integrifolia* .	0—40	10—20
Arum maculatum . . .	0—40	10—15	*Colchicum autumnale* .	0—40	5—15
Azalea mollis	0—40	5—10	*Cornus mas*	0—40	20—30
Betula verrucosa . . .	0—40	10—20	*Corylus Avellana* . .	0—40	10—20
Calla palustris . . .	0—15	0—5			

Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen		Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen	
	in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde		in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde
Cyanotis	0—40	10—20	*Luzula nivea*	10—40	30
Cytisus laburnum . .	0—40	10—20	*Melandrium rubrum* .	10—40	20—30
Dactylis glomerata . .	15—50	30—40	*Melilotus albus* . . .	0—40	10—20
Daphne mezereum . .	0—40	30—40	*Mercurialis perennis* .	0—40	15—20
Delphinium elatum . .	0—30	10—20	*Mimosa Spegazzini* . .	5—40	20—30
Dicentra spectabilis . .	0—40	10—20	*Mimulus luteus* . . .	0—40	5—15
Digitalis purpurea . .	0—40	10—20	*Nigella sativa* . . .	0—40	30—40
Echinocereus Pentlandi .	10—40	20—30	„ *damascena* . .	0—40	30—40
Echinopsis Eyriesii . .	10—40	20—30	*Nuphar advena* . . .	0—20	0—10
„ *Zuccariniana*	10—40	20—30	*Nymphaea alba* . . .	0—20	0—10
Fraxinus excelsior . .	20—40		*Oenothera biennis* . .	0—30	20
Galanthus nivalis . .	0—30	5—10	*Onopordon Illyricum* .	30—40	
Helleborus niger . . .	0—30	10—20	*Orchis latifolia* . . .	5—20	5—10
Hemerocallis flava . .	0—30	5—10	*Paeonia albiflora* . .	0—30	10—20
„ *fulva* . .	0—30	5—10	*Pandanus furcatus* . .	0—40	5—10
Hippuris vulgaris . .	10—30	10—15	*Papaver hybridum* . .	0—40	10—30
Hottonia palustris . .	0—40	10—20	„ *rhoeas* . . .	0—40	10—30
Hydrocharis nymphaeoides	5—20	15	*Phyllocactus Gaertneri*	15—40	20—30
Hypericum perforatum .	0—40	5—10	*Pinus montana* . . .	0—40	20—30
Impatiens Holstei . .	0—20	5	„ *pinaster* . . .	0—40	20—30
„ *parviflora* .	0—30	5—10	„ *silvestris* . . .	0—40	20—30
„ *Sultani* . .	0—20	5	*Pirus malus*	0—40	20—30
Iris graminea	0—40	10—20	*Plantago media* . . .	0—40	20—30
„ *sibirica*	0—40	10—20	„ *lanceolata* . .	0—40	10—20
„ *pseud.-acorus* . .	0—40	10—20	*Poa Chaixii*	30—50	40
Juncus effusus . . .	10—40	20—30	„ *compressa* . . .	15—40	30—40
„ *Gerardi* . . .	15—40	20—30	*Polygonum bistorta* . .	0—40	5—10
Lathraea squamaria . .	0—40	10	*Potentilla argentea* . .	0—40	10—30
Leucoium vernum . .	0—30	5—10	*Prunus cerasus acida* .	0—40	20—30
Lilium bulbiferum . .	0—30	0—10	„ *padus* . . .	0—40	10—20
Limnanthemum nymphaeoides	0—30	0—10	„ *spinosa* . . .	0—40	10—20
Liriodendron tulipiferum	0—20	0—10	*Ranunculus acer* . .	0—30	10—20
Listera ovata	5—20	5—10	„ *aquatilis* .	0—40	10—20
Lolium perenne . . .	20—40	30—40	„ *flammula* .	0—30	0—15
Lupinus luteus . . .	0—40	10—20	*Rhododendron hybr.* .	0—40	5—10
„ *perennis* . .	0—40	10—20	*Rumex acetosella* . .	0—40	10—20
Luzula angustifolia . .	10—40	20—30	„ *arifolius* . . .	0—40	20—30
			Salix alba	0—30	5—10
			„ *caprea*	0—30	5—10

Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen: in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde	Name	Konzentrationsgrad der Rohrzuckerlösungen: in denen überhaupt Keimung erfolgte	in denen die beste Keimung beobacht. wurde
Salix fragilis	0—30	5—10	*Tupistra*	0—40	10—20
Sambucus nigra . . .	0—40	10—20	*Typha latifolia* . . .	0—40	10
Scirpus silvestris . . .	0—40	20	„ *angustifolia* . .	0—40	10
Scrofularia nodosa . .	0—40	5—10	*Ulmus campestris* . .	5—40	20
Secale cereale	30—50	40	*Urtica dioica*	0—30	5—15
Sedum acre	0—40	10—20	*Valeriana alliariaefolia*	0—40	15—30
„ *boloniense* . .	0—40	10—20	„ *dioica* . . .	0—40	15—30
Sempervivum tectorum .	0—40	10—20	„ *sambucifolia* .	10—40	20—30
Silene inflata	0—40	10—20	*Verbascum phlomoides* .	0—40	10—20
Solanum dulcamara . .	0—40	20—30	*Veronica anagallis* . .	0—30	10—20
Sparganium erectum .	0—30	10—20	„ *beccabunga* .	0—30	10—20
Spiraea filipendula . .	0—40	10—20	„ *Buxbaumii* .	5—30	15—20
Symphytum asperrimum	0—40	10—20	„ *chamaedrys* .	5—30	15—20
Thalictrum flavum . .	0—40	10—20	„ *speciosa* . .	0—40	10—20
Tilia platyphyllos . .	0—40	10—20	„ *teucrium* . .	5—30	15—20
Tofieldia calyculata . .	0—40	0—15	*Viburnum opulus* . .	0—40	5—10
Tradescantia Virginica .	0—40	10—20	*Vicia faba*	0—40	20—30
Triglochin maritima . .	0—30	15—20	*Viola odorata*	0—40	5—10
Trollius Europaeus . .	0—40	10—20	*Viscum album* . . .	5—40	20—30
Tropaeolum maius . .	0—40	20—30	*Zea mays*	0—30	15—20
Tulipa Gesneriana . .	10—40	20—30			

II. Keimung des Pollens der verschiedengriffligen Blüten der Heterostylen.

Bereits Correns[1]) trat der experimentellen Prüfung der Ansicht Delpinos näher, daß das größere Volumen der Körner der kurzgriffligen Blüten der Heterostylen eine Anpassung an den längeren Weg sei, den die Schläuche bei legitimer Befruchtung in den langen Griffeln zurücklegen müssen. Er fand, daß dies für *Primula acaulis* nicht der Fall ist, und wies gleichzeitig nach, daß keine Unterschiede in der Ernährbarkeit der Körner vorhanden sind. Analog den Befunden bei selbststerilen Blüten glaubt Jost[2]) an-

1) Kulturversuche mit dem Pollen der *Primula acaulis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1889, S. 265.

2) Jost, a. a. O., 1907, S. 109.

nehmen zu müssen, daß die Ursachen der Legitimität in bestimmten im Griffel vorhandenen Stoffen liegen, die das Wachstum des legitimen Kornes fördern, das des illegitimen hemmen. Ich stellte nun gleichfalls Versuche an, um vielleicht etwas über die Ursachen der legitimen bezw. illegitimen Kreuzung zu erfahren. Hierbei sei hervorgehoben, daß ich das Wachstum der Schläuche nicht berücksichtigte, vielmehr nur nach quantitativen Unterschieden in der Zahl der gekeimten Körner suchte. Um die Keimungsbedingungen möglichst gleich zu machen, kam der Pollen der lang- und kurzgriffligen Blüten auf demselben Deckglas und zwar meist in zwei verschiedenen Tropfen zur Aussaat. Die Abstände der Konzentrationen noch enger zu wählen, als die unten befindliche Tabelle angibt, hielt ich für unzweckmäßig und unnötig.

Tabelle 15.

Konzentration der Zuckerlösung	Zahl der von 100 Körnern gekeimten bei								
	Lythrum salicaria			*Primula elatior*		*Primula officinalis*		*Pulmonaria obscura*	
	kurze Staubgefäße	mittlere Staubgefäße	lange Staubgefäße	langgriffl. Blüten	kurzgriffl. Blüten	langgriffl. Blüten	kurzgriffl. Blüten	langgriffl. Blüten	kurzgriffl. Blüten
0	36	38	7	54	11	49	11	57	27
10	**68**	**63**	21	**70**	**57**	**78**	**55**	**63**	**61**
20	**79**	**74**	**46**	**70**	**70**	**80**	**67**	**69**	**67**
30	57	47	**43**	51	49	60	49	**58**	**60**
40	27	10	**36**	3	6	1	5	16	15

Wie die obige Tabelle, die Durchschnittswerte aus meist drei bis vier Versuchen enthält, erkennen läßt, treibt im allgemeinen der Pollen der kurzgriffligen[1]) Blüten der Heterostylen im destillierten Wasser eine weit geringere Anzahl Schläuche, als der der langgriffligen. Wiewohl man nun vermuten könnte, daß infolgedessen auch die Optima in der Lage differieren, ist dies für *Pulmonaria* und *Primula* nicht der Fall. Optimale Keimungsbedingungen findet der Blütenstaub von *Primula elatior* und *officinalis* in Lösungen mit 10—20 %, von *Pulmonaria obscura* in solchen mit 10—30 % Rohrzucker. Anders verhält sich *Lythrum salicaria*. Während der Pollen aus den mittleren und kurzen Staubgefäßen am besten in Konzentrationen von 10—20 % keimt, liegt das Optimum des

1) Lidfors, a. a. O., 1899, fand Ähnliches in bezug auf Resistenz gegen Nässe.

Blütenstaubes der langen Staubgefäße in Lösungen mit 20—40 % Zuckergehalt.

Die verschiedenen Arten der Heterostylen können also, was die Keimung ihres Pollens anbelangt, nicht nach einem einzigen Gesichtspunkte beurteilt werden. Daß der bei *Lythrum salicaria* konstatierte Unterschied in der Keimung des Pollens der langen Staubblätter gegenüber dem der kurzen und mittleren Staubgefäße ausreichen würde, die illegitimen Kreuzungen (♂ dyn × ♀ mittel; ♂ dyn × ♀ kurz) auffällig zu erschweren, ist kaum anzunehmen. Er mag jedoch mit an der geringeren Fruchtbarkeit schuld sein.

Zum Schluß sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Rat Professor Dr. Pfeffer für die gewährte Unterstützung und das rege Interesse, das er jederzeit meiner Arbeit entgegengebracht hat, aufrichtig zu danken. Besonders Herrn Professor Correns sowie auch Herrn Professor Miehe bin ich für stets bereitwillige Unterstützung zu großem Danke verpflichtet.

Inhaltsübersicht.

		Seite
A.	Einleitung	1
B.	Methodisches	4
	I. Auswahl der Versuchsobjekte	4
	II. Gewinnung des Blütenstaubes	4
	III. Herstellung verschiedener Dampfspannungen	5
	IV. Kulturmethoden	6
C.	Spezieller Teil	9
	I. Welchen Einfluß übt die Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Pollens aus?	9
	II. Wie liegen die Verhältnisse für die Erhaltung der Lebensdauer des Pollens in der Natur?	15
D.	Diskussion der Lebensdauer des Pollens unter biologischen Gesichtspunkten	21
	I. Welchen Einfluß üben die verwandtschaftlichen Beziehungen auf die Lebensdauer des Pollens aus?	21
	II. Ist die Lebensdauer des Pollens zweckentsprechend geregelt?	22
	III. Die Lebensdauer des Pollens, ein Ergebnis des Zusammenwirkens verschiedener Einflüsse	29
	IV. Einfluß des Alters des Pollens auf die Keimung	31
E.	Wie verhalten sich die Pollenschläuche beim Austrocknen?	33
F.	Zusammenfassung	34
G.	Anhang	36
	I. Keimung des eben geernteten Pollens in den verschiedenen Zuckerkonzentrationen	36
	II. Keimung des Pollens der verschiedengriffligen Blüten der Heterostylen	38

Lebenslauf.

Ich, Georg, Max Pfundt, evangelisch-lutherisch, sächsischer Staatsangehöriger, wurde am 10. Januar 1885 in Stauchitz als Sohn des Getreidehändlers Emil Pfundt und seiner Frau Ernestine geb. Barth geboren, besuchte zunächst die Volksschule meines Heimatortes und trat 1896 in das Städtische Realgymnasium zu Chemnitz ein, das ich 1905 mit dem Reifezeugnis verließ. Hierauf widmete ich mich dem Studium der Naturwissenschaften auf den Universitäten Freiburg (1 Semester) und Leipzig (7 Semester).